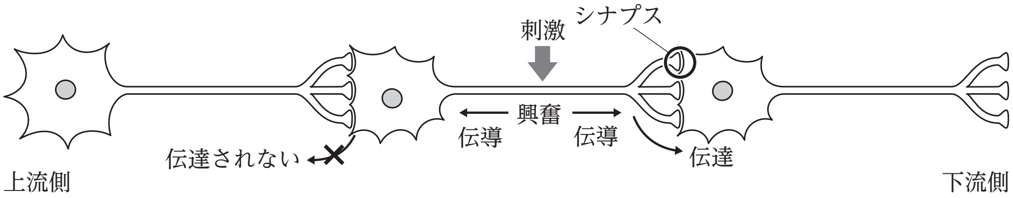
PART2　興奮の伝導と伝達

目標
・興奮の伝導のしくみを理解する。
・シナプスの構造と興奮の伝達のしくみを理解する。

Chapter1　神経系によるシグナル伝達

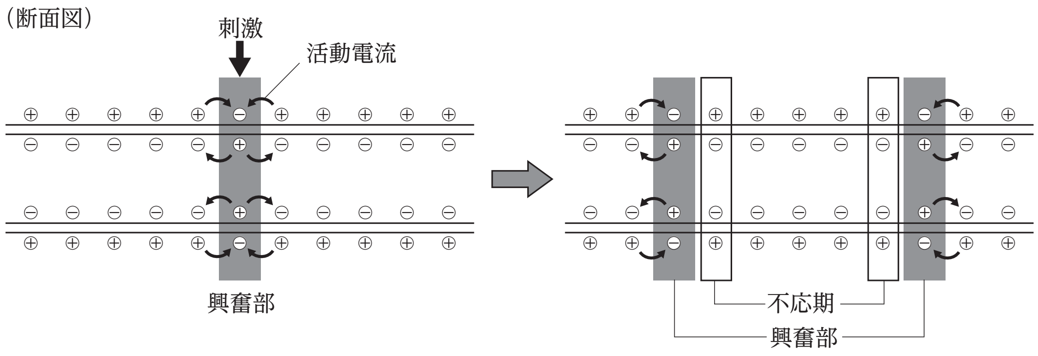
刺激を受けることでニューロンに興奮が生じ，生じた興奮はニューロンを伝わっていく。ニューロン内を興奮が伝わることを興奮の（　　　　），ニューロンからニューロンへ興奮が伝わることを興奮の（　　　　）とよぶ。

軸索の途中を刺激した場合，伝導は両方向に進むが，伝達は特定の方向にのみ伝わる。



◆ 興奮の伝導

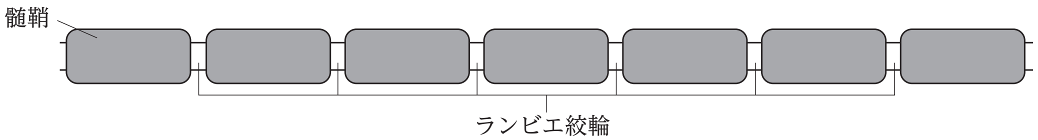
軸索で興奮が生じた場合，興奮部と周囲の静止部との間で，微弱な電流である（　　　　　）が流れる。活動電流によって静止部が刺激されるため，静止部のナトリウムチャネルが開き興奮が生じる。これが繰り返されることで興奮が軸索上を伝わっていく。これを興奮の伝導という。

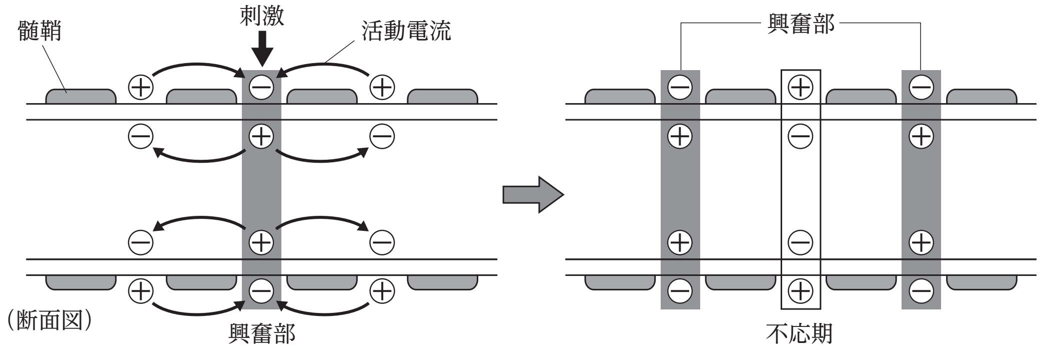


興奮が生じた直後の部位は不応期になっているため，興奮は軸索上を逆流しない。

◆ 跳躍伝導

有髄神経繊維には絶縁性の髄鞘があるため，興奮はランビエ絞輪でのみ生じ，興奮が飛び石状に伝導する。これを（　　　　　　　　）という。





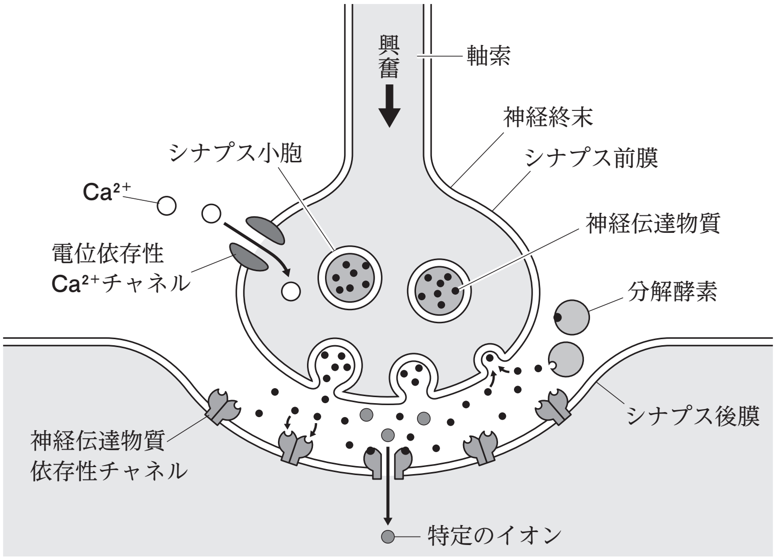
Chapter2　シナプスと興奮の伝達

◆ シナプスの構造

軸索の末端（神経終末）はほかのニューロンや効果器に連絡しており，そのつなぎ目を（　　　　　　　）という。シナプスではシナプス間隙を挟んで，出力側のシナプス前細胞と入力側のシナプス後細胞が隣接している。

◆ 興奮の伝達

興奮がシナプス前細胞の神経終末まで伝導すると，電位依存性 Ca^{2+} チャネルが開き，シナプス前細胞の神経終末内に Ca^{2+} が流入する。その結果，（　　　　　　　　　）を含んだシナプス小胞がシナプス前細胞の細胞膜と融合することで，シナプス間隙に神経伝達物質が放出される。



神経伝達物質がシナプス後細胞の細胞膜上の受容体（神経伝達物質依存性チャネル）に結合することで，興奮が伝達される。受容体がイオンチャネルとしてはたらくことでシナプス後細胞へのイオンの流入が起こり，シナプス後細胞の膜電位が変化する。これを（　　　　　　　　　）といい，この一連の反応を興奮の伝達という。

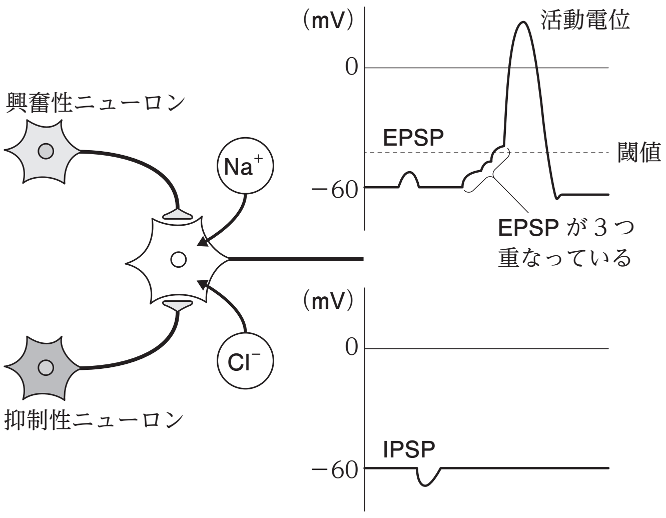
放出された神経伝達物質は速やかに回収・分解される。

◆ 興奮性シナプスと抑制性シナプス

シナプスには，放出される神経伝達物質の種類によって，興奮の伝達を受けたシナプス後細胞に興奮が生じる興奮性シナプスと，興奮の伝達を受けたシナプス後細胞の興奮が抑制される抑制性シナプスが存在する。

興奮性シナプスでは，神経伝達物質が受容された結果，シナプス後細胞内への Na^+ の流入が促され膜電位が上昇する。これを興奮性シナプス後電位（EPSP）といい，これが重なって閾値を超えた場合に，活動電位が生じる。

抑制性シナプスでは，シナプス後細胞内への Cl^- の流入が促され膜電位が下降する。これを抑制性シナプス後電位（IPSP）といい，シナプス後細胞に興奮が生じるのが抑制される。



まとめ

・活動電位の発生が隣接部の興奮を促すことで，興奮の伝導が起こる。

・シナプスでは，神経伝達物質によって興奮の伝達が起こる。

Chapter3　演習問題

問 1　次の文章中の空欄（　ア　）～（　オ　）に入る最も適切な語句を答えよ。

　刺激を受けていないニューロンでは，細胞膜の外側は（　ア　）に，内側は（　イ　）に帯電している。このときの膜内外の電位差を，（　ウ　）電位という。
　ニューロンに刺激を与えると，膜内外の電位が瞬間的に逆転し，やがてもとに戻る。この一連の電位の変化を（　エ　）電位という。ニューロンが興奮すると興奮部と静止部の間で微弱な電流が流れる。この電流が隣接部を刺激し，隣接部が興奮することで興奮がニューロン内を両方向へ伝わる。これを興奮の（　オ　）という。

問 2　次の文章中の空欄（　ア　）～（　エ　）に入る最も適切な語句を答えよ。

　神経細胞の軸索の末端は神経終末とよばれる。神経終末はわずかなすき間をおいて，ほかの神経細胞の樹状突起や細胞体などに接している。この部分をシナプスという。活動電位が神経終末に到達すると，（　ア　）チャネルが開き，（　ア　）イオンが神経終末に流入し,（　イ　）の膜が神経終末の細胞膜に融合する。これにより（　イ　）から（　ウ　）がシナプス間隙に放出される。興奮性の神経伝達物質としてグルタミン酸などがあり，抑制性の神経伝達物質としてγ- アミノ酪酸（GABA）などがある。
　シナプス前細胞による神経伝達物質の放出の結果，シナプス後細胞に生じる変化をシナプス後電位とよぶ。例えば，シナプス後細胞で（　エ　）チャネルが開くと，シナプス後細胞内への（　エ　）イオンの流入が促されて興奮性シナプス後電位が生じ，シナプス後細胞で塩化物イオン（Cl^-）チャネルが開くと，シナプス後細胞内への塩化物イオンの流入が促されて抑制性シナプス後電位が生じる。興奮性シナプス後電位を生じさせるシナプスを興奮性シナプス，抑制性シナプス後電位を生じさせるシナプスを抑制性シナプスという。

< Note >

第13講　PART2　確認問題

問１　ニューロンが刺激を受けると興奮が生じ，生じた興奮はニューロンを伝わっていく。ニューロン内を興奮が伝わることを興奮の (a)伝導，ニューロンからニューロンへ興奮が伝わることを興奮の伝達という。

神経繊維には無髄神経繊維と有髄神経繊維があり，有髄神経繊維には（　ア　）の髄鞘があるため，興奮はランビエ絞輪でのみ生じ，興奮が飛び石状に伝わる。これを（　イ　）という。

(1)　下線部 (a) について，軸索の途中を刺激したときの伝導の伝わり方として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

①　刺激を受けた場所から軸索末端側への一方向
②　刺激を受けた場所から細胞体側への一方向
③　刺激をうけた場所から両方向

(2)　文中の（　ア　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　耐熱性　　②　耐乾性
③　導電性　　④　絶縁性

(3)　文中の（　イ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　跳躍伝導　　②　活動電位
③　静止電位　　④　不応期

問 2　軸索の末端は，ほかのニューロンや効果器に連絡しており，このつなぎ目を (a)シナプスという。興奮がシナプス前細胞の軸索の末端まで伝わると，(　ア　) がシナプス前細胞内に流入する。その結果，シナプス小胞がシナプス前細胞の細胞膜と融合し，シナプス間隙に (　イ　) が放出される。(　イ　) がシナプス後細胞の受容体に結合することで，興奮が伝達される。

(1)　下線部 (a) について，シナプスには興奮性シナプスと抑制性シナプスが存在する。興奮性シナプスのシナプス後ニューロンに流入するイオンとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ナトリウムイオン　　②　カルシウムイオン
③　カリウムイオン　　④　塩化物イオン

(2)　文中の (　ア　) に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ナトリウムイオン　　②　カルシウムイオン
③　カリウムイオン　　④　塩化物イオン

(3)　文中の (　イ　) に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　分解酵素　　②　制限酵素
③　神経伝達物質　　④　神経繊維

第13講　ニューロンと神経系

PART1　ニューロンの興奮

⑴　ア：細胞体　イ：軸索　ウ：樹状突起

エ：シュワン　オ：神経鞘　カ：髄鞘

⑵　④

PART2　興奮の伝導と伝達

問1　ア：正　イ：負　ウ：静止　エ：活動　オ：伝導

問2　ア：カルシウム　イ：シナプス小胞　ウ：神経伝達物質　エ：ナトリウム

PART3　神経系

問1　ア：脊髄　イ：末しょう　ウ，エ：感覚，運動（順不同）

問2　⑴　ア：④　イ：②　ウ：③　エ：⑤

⑵　ア：⑥　イ：④　ウ：③　エ：⑤

第 13 講　PART2　確認問題　解答

問 1

(1)　③

解説：
軸索の途中を刺激した場合，伝導は両方向に進み，伝達は特定の方向にのみ伝わる。

(2)　④

解説：
髄鞘には絶縁性があるため，その部位には活動電流が流れない。

(3)　①

解説：
有髄神経繊維では，ランビエ絞輪からランビエ絞輪へと興奮が飛び石状に伝導する。これを跳躍伝導という。

問 2

(1)　①

解説：
興奮性シナプスでは，シナプス後細胞内への Na^{+} の流入が促され膜電位が上昇する。

(2)　②

解説：
興奮がシナプス前細胞の軸索末端まで伝導すると，カルシウムチャネルが開き，シナプス前細胞内に Ca^{2+} が流入する。

⑶　③

解説：

シナプスでは，神経伝達物質によって興奮の伝達が起こる。